

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 0 758 741 A2

(12)

## EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:  
19.02.1997 Patentblatt 1997/08

(51) Int. Cl.<sup>6</sup>: G01L 1/22

(21) Anmeldenummer: 96110993.1

(22) Anmeldetag: 09.07.1996

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
DE FR GB IT SE

(30) Priorität: 16.08.1995 DE 19530092

(71) Anmelder:  
• MERCEDES-BENZ AG  
70327 Stuttgart (DE)  
• I.E.E. International Electronics & Engineering  
S.à.r.l.  
L-2632 Luxembourg (LU)

(72) Erfinder:  
• Petri, Volker  
71134 Aidlingen (DE)  
• Mickeler, Reinhold  
71155 Altdorf (DE)  
• Meyer, Michael  
71063 Sindelfingen (DE)  
• Serban, Bogdan  
L-4405 Soleuvre (LU)  
• Witte, Michel  
L-8077 Bertrange (LU)

### (54) Überprüfbarer Foliendrucksensor

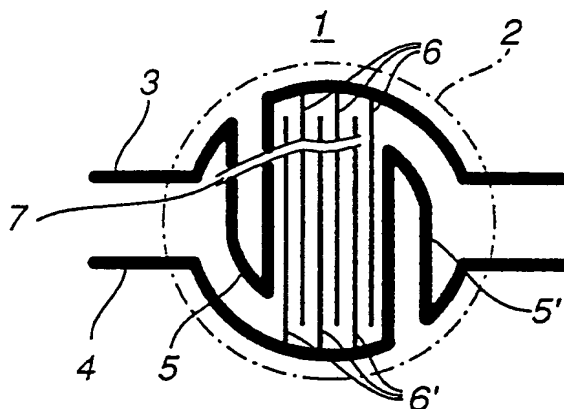
(57) Die Erfindung betrifft einen überprüfbarer Foliendrucksensor aufgebaut aus zwei zusammenlaminierten Trägerfolien, wobei die erste Trägerfolie mit einem Halbleitermaterial und die zweite Trägerfolie mit zwei benachbarten, jeweils an beiden Enden kontaktierbaren Leiterbahnen beschichtet ist, die innerhalb räumlich abgegrenzter, Sensorelemente bildende Bereiche berührungslos ineinandergreifenden Kammstrukturen aufweisen.

Erfindungsgemäß ist innerhalb eines Sensorelementes mindestens einer der Kontaktfinger der Kammstruktur durch eine Leiterbahnschlinge und mindestens

ein anderer Kontaktfinger durch eine von einer Leiterbahn abzweigenden Stichleitung gebildet.

Die erfindungsgemäße Ausführung des Foliendrucksensors ermöglicht eine niederohmige Gesamtauslegung bei einer auf das Notwendige beschränkten Überprüfbarkeit des Sensorelementes mittels einer ohmschen Durchgangsmessung. Der erfindungsgemäße Foliendrucksensor ist für sicherheitskritische Anwendungen wie z.B. zur Sitzbelegungserkennung bei Kraftfahrzeugen geeignet.

Fig. 1



## Beschreibung

Die Erfindung betrifft einen überprüfbaren Folien-drucksensor mit den Merkmalen des Oberbegriffs des Patentanspruchs 1.

Ein solcher Foliendrucksensor ist aus der gattungsbildenden DE 42 37 072 C1 bekannt und in Fig. 3a als Leiterbahnschema dargestellt. Der Foliendrucksensor ist aus zwei zusammenlaminierten Trägerfolien aus thermoplastischem Kunststoff aufgebaut, von denen die erste mit einem Halbleiterpolymer und die zweite mit zwei benachbarten, jeweils an beiden Enden kontaktierbaren Leiterbahnen beschichtet ist. Innerhalb räumlich abgegrenzter, Sensorelemente bildende Bereiche weisen die Leiterbahnen berührungslos ineinander greifende Kammstrukturen auf. Wird das Sensorelement mit einer Normalkraft belastet, schaltet das Halbleitermaterial benachbart angeordnete Kontaktfinger der Kammstrukturen kraftabhängig mehr oder weniger parallel. Zwischen den beiden Leiterbahnen liegt damit ein elektrischer Widerstand an, der mit zunehmender Druckkraft abnimmt. Der aus der gattungsbildenden Schrift bekannte Foliendrucksensor ist für sicherheitsrelevante Anwendungen im Kraftfahrzeug, insbesondere zur Sitzbelegungserkennung konzipiert. Jede Unterbrechung einer Leiterbahn aufgrund einer mechanischen Beschädigung oder ein Kurzschluß zwischen den Leiterbahnen läßt sich mit einer einfachen Durchgangsprüfung erfassen. Eine Durchgangsprüfung mißt den elektrischen Widerstand der an beiden Enden kontaktierbaren Leiterbahnen. Die Durchgangsprüfung kann beispielsweise im Verlauf eines automatischen Prüfablaufes bei jedem Start des Fahrzeugs oder in festgelegten Zeitabständen erfolgen. Durch die besondere Ausbildung der die Kammstruktur bildenden Kontaktfinger als Leiterbahnschlingen sind die Kontaktfinger in die Prüfung voll einbezogen.

Der gattungsgemäße Foliendrucksensor in Fig. 3a stellt die Weiterbildung dar eines einfachen Foliendrucksensors, wie er in Fig. 3b dargestellt ist und beispielsweise aus der DE 30 44 384 A1 abgeleitet werden kann. Die Kammstruktur ist dabei durch senkrecht von einem Hauptstrang abzweigenden Stichleitungen realisiert.

Werden eine große Anzahl von Sensorelementen hintereinander geschaltet, so ergeben sich bei dem aus der gattungsbildenden Patentschrift bekannten Foliendrucksensor aufgrund der mäandrierenden verzweigungsfreien Ausbildung der Leiterbahnen eine große Gesamtlänge und damit große Leiterbahnwiderstände. Aus Gründen der Störsicherheit und elektromagnetischen Verträglichkeit (EMV) ist es jedoch erwünscht, das Gesamtsystem aller drucksensitiven Elemente niederohmig auszuführen, weshalb die Halbleiterpolymerlage niederohmig bemessen wird. Dann stellt sich jedoch das Problem, daß aufgrund sich überschneidender Widerstandsbereiche das Ergebnis einer Leitungsdurchgangsprüfung, bei der die Summe der beiden Leitungswiderstände gemessen wird, nicht unterscheid-

bar ist von einem Ergebnis, bei dem mehrere Drucksensoren mit Maximaldruck beaufschlagt sind. Eine Funktionsüberprüfung im belasteten Zustand ist damit nicht möglich.

Abhilfe kann geschaffen werden durch eine breitere Ausführung der Leiterbahnen und durch eine Reduzierung der Anzahl der Kontaktfinger pro Sensorelement. Dies hätte zur Folge, daß zum einen die Sensorelemente größer und zum anderen unempfindlicher würden. In diversen Anwendungsfällen ist eine Vergrößerung der Sensorflächen nicht erwünscht, wenn beispielsweise mechanische Vorspannungen und Torsionseinflüsse das Meßergebnis verfälschen können. Bei einer Anwendung des Foliendrucksensor zur Sitzbelegungserkennung kommt hinzu, daß eine Vielzahl von großflächigen Sensorelementen die Luftdurchlässigkeit des Sitzes verschlechtern wurden.

Aufgabe der Erfindung ist es, einen Foliendrucksensor bereitzustellen, der niederohmig ausgelegt werden kann und bei vorgegebener Fläche eine möglichst hohe Empfindlichkeit bei gleichzeitiger Überprüfbarkeit erlaubt.

Diese Aufgabe wird mit den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst. Demnach unterscheidet sich der erfindungsgemäße Foliendrucksensor von dem Foliendrucksensor aus der gattungsbildende Schrift dadurch, daß das Sensorelement neben den als Leiterbahnschlingen ausgebildeten Kontaktfingern auch solche aufweist, die als Stichleitungen ausgebildet sind.

Die Stichleitungen beanspruchen weniger Raum als die Leiterbahnschlingen, so daß bei gleicher Fläche die Empfindlichkeit gesteigert wird, wenn eine oder mehrere Leiterbahnschlingen durch Stichleitungen ersetzt werden. Gleichzeitig verringert sich durch die Einsparung an Leiterbahnschlingen der Leiterbahnwiderstand, so daß die gewünschte niederohmige Auslegung der Leiterbahnstruktur erreicht wird.

Eine für die Praxis ausreichende Überprüfbarkeit des Sensorelementes ist trotzdem gegeben. Wie sich zeigt, führt eine durch einen dünnen Riß verursachte Unterbrechung eines einzelnen Kontaktfinger in der Regel zu keiner wesentlichen Beeinträchtigung des Sensorelementes. Dies liegt daran, daß bei Druckbelastung ein dünner Riß in den meisten Fällen durch das Halbleitermaterial elektrisch überbrückt wird. Dünne, vereinzelt auftretende Risse sind also tolerierbar. Daher kann in Abkehr von der Lehre der gattungsbildenden Schrift von der Forderungen abgerückt werden, daß jeder einzelne Kontaktfinger überprüfbar sein muß.

Eine grobe Überprüfbarkeit des Sensorelementes ist aber unverzichtbar, und wird erfindungsgemäß mit wenigen als Leiterbahnschlingen ausgebildeten Kontaktfingern sichergestellt. Mit einer solchen Anordnung wird jeder größere Riß von der Ausdehnung des Sensorelementes und einer Dicke, die bei Druckbelastung nicht überbrückt wird, bei einer Durchgangsprüfung erkannt.

Besondere vorteilhafte Aus- und Weiterbildungen der Erfindung sind durch die Merkmale der Unteran-

sprüchen gekennzeichnet. Mehrere Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in der Zeichnung dargestellt und werden im folgenden näher beschrieben. Funktionell entsprechende Komponenten sind dabei mit gleichen Positionszeichen gekennzeichnet.

Es zeigen:

- Fig. 1 ein erstes Ausführungsbeispiel für einen erfindungsgemäßen Foliendrucksensor,
- Fig. 2 weitere Ausführungsbeispiele,
- Fig. 3 Leiterbahnstruktur bekannter Foliendrucksensoren,
- Fig. 4 Querschnitt durch einen Foliendrucksensor ohne und mit Druckbelastung.

Der Foliendrucksensor in Fig. 1 besteht aus einem einzigen kreisförmigen Sensorelement 1. Innerhalb des drucksensitiven Bereiches, der durch die Kontur 2 begrenzt ist, geht jede der beiden Leiterbahnen 3, 4 über in eine aus mehreren Kontaktfingern aufgebaute kammartige Struktur. Die kammartigen Strukturen sind einander gegenüberliegend und zugewandt angeordnet und greifen berührungslos ineinander. Die Kontaktfinger werden gebildet durch verzweigungsfreie Leiterbahnschlingen 5, 5' einerseits und durch von den Leiterbahnen 3, 4 senkrecht abzweigenden Stichleitungen 6, 6' andererseits. Die Leiterbahnen 3, 4 sind vergleichsweise dick ausgeführt, um in Hinblick auf die Auswertbarkeit einer Durchgangsprüfung den gesamten Leitungswiderstand gering zu halten. Die Stichleitungen 6, 6' hingegen können vergleichsweise dünn ausgeführt sein, da sie an der Durchgangsprüfung nicht teilhaben. Eine dünne Ausführung hat zudem den Vorteil, daß die Empfindlichkeit des Sensorelementes gesteigert werden kann, indem mehr Stichleitungen 6, 6' auf gleicher Fläche untergebracht werden können, wie dies auch aus der Fig. 1 hervorgeht.

Mit der Position 7 ist in Fig. 1 ein typischer Rißverlauf angedeutet, der sich über mehrere Kontaktfinger erstreckt. Da ein durch eine Leiterbahnschlinge 5 gebildeter Kontaktfinger miterfaßt ist, wird der Riß bei einer Durchgangsprüfung erkannt. Ein solcher Rißverlauf, bliebe bei einem Sensorelement nach dem Stand der Technik, Fig. 3b, bei dem die kammartige Strukturen allein durch Stichleitungen gebildet werden, unerkannt. Die Anordnung und Verteilung der Leiterbahnschlingen 5, 5' innerhalb des Sensorelementes 1 legt die Größe und Erstreckung der Risse fest, die im Wege einer Durchgangsprüfung erkannt werden. Ein ausreichend starker Riß kann nicht nur im unbelasteten Zustand sondern auch unter Druckbelastung zuverlässig erkannt werden. Ein dünner Riß hingegen würde bei Druckbelastung durch Halbleitermaterial überbrückt und wäre daher nur im unbelasteten Zustand zuverlässig erkennbar. Aus Durchgangsmessungen bei einerseits belastetem und andererseits unbelastetem Sensor sind daher Rückschlüsse auf die Dicke des Risses möglich. Bei einem Einsatz des erfindungsgemäßen Sensorelementes in einer Sensormatte zur

Sitzbelegungserkennung für den Beifahrersitz würde ein dünner Riß im Sensorelement zuerst bei unbelegtem Sitz erkannt und mitgeteilt. Eine Beeinträchtigung der Belegungserkennung tritt jedoch erst später ein, da das Sensorelement unter Belastung aufgrund des erwähnten Überbrückungseffektes zunächst noch funktionsfähig ist. Der Fahrer des Fahrzeugs wird also rechtzeitig vor einer sich anbahnenden Funktionsunfähigkeit der Sitzbelegungserkennung gewarnt. Die Sitzbelegungserkennung ist erst dann gänzlich unbrauchbar, wenn auch bei belegtem Sitz die Durchgangsmessung eine Unterbrechung in einem Sensorelement erfaßt.

Eine vorteilhafte Ausführungsform sieht vor, wie in Fig. 1 dargestellt, die äußeren Kontaktfinger durch Leiterbahnschlingen zu bilden und den so begrenzten inneren Bereich mit als Stichleitungen ausgebildeten Kontaktfingern aufzufüllen. Mit dieser Anordnung werden Risse, die ihren Ursprung außerhalb des Sensorelementes haben und sich mit der Zeit ausdehnen, frühzeitig bei Erreichen des Sensorelementes erkannt.

Bei den in Fig. 2a und Fig. 2b gezeigten Sensorelementen spannen jeweils benachbarte, durch Leiterbahnschlingen 5, 5' gebildete Kontaktfinger verschiedener Leiterbahnen einen aktiven Raum auf, in den hinein Stichleitungen 8 ragen, die von den die Kontaktfinger bildende Leiterbahnschlingen 5, 5' abzweigen. Dadurch vergrößert sich die wirksame Oberfläche der Kontaktfinger und damit die Empfindlichkeit des Sensorelementes. Zu diesem Zweck können anstelle der Stichleitungen 8 andere geometrische Formen vorgesehen sein, beispielsweise kleine Dreiecke oder Halbkugeln, welche die Oberfläche der Leiterbahnschleife in den aktiven Raum hinein vergrößern.

Die Fig. 2c zeigt zwei hintereinander geschaltete Sensorelemente 1, 1', bei denen bezogen auf ein einzelnes Sensorelement 1 die eine Leiterbahn 3 eine erste, ausschließlich aus Stichleitungen 6 gebildete Kammstruktur und die andere Leiterbahn 4 eine zweite, ausschließlich aus Leiterbahnschlingen 5' gebildete Kammstruktur aufweist. Damit ist immer ein als Leiterbahnschlinge 5' ausgebildeter Kontaktfinger neben einem als Stichleitung 6 ausgebildeten Kontaktfinger der anderen Leiterbahn angeordnet.

Ein folgendes Sensorelement 1' weist die umgekehrte Anordnung auf, indem die erste bzw. zweite Kammstruktur nun von der jeweils anderen Leiterbahn gebildet werden. Im folgenden Sensorelement 1' weist also die eine Leiterbahn 3, deren Kammstruktur zuvor Stichleitungen 6 aufwies nun Leiterbahnschlingen 5 auf, während die Kammstruktur der anderen Leiterbahn 4 nun Stichleitungen 6' aufweist. Durch diese Alternierung der Kammstrukturen wird der Durchgangswiderstand gleichmäßig auf die beiden Leiterbahnen 3, 4 verteilt, was bei der Auswertung der Durchgangsprüfung von Vorteil sein kann.

In Fig. 3a ist ein Sensorelement gezeigt, wie es aus der gattungsbildenden Schrift bekannt ist und welches eine volle Überprüfung der Kammstruktur erlaubt. In Fig. 3b ist ein Sensorelement gezeigt wie es ebenfalls

aus dem Stand der Technik (DE 30 44 384 A1) bekannt ist und bei dem die ausschließlich als Stichleitungen ausgebildeten Kontaktfinger von einer Durchgangsprüfung nicht erfaßt werden.

Abschließend wird anhand der Fig. 4a, 4b auf den bereits mehrfach erwähnten Überbrückungseffekt nochmals eingegangen. Die beiden Figuren zeigen im Querschnitt einen Foliendrucksensor bei dem eine Stichleitung 11 unterbrochen ist. In Fig. 4a ist das Sensorelement unbelastet dargestellt, in Fig. 4b dagegen belastet, deutlich erkennbar an der durchgebogenen oberen Trägerfolie 8. Die obere Trägerfolie 8 und die untere Trägerfolie 10 sind mittels einer doppelseitig klebenden Klebefolie zusammenlaminiert. Im dem durch die Kontur 2, die auch in Fig. 1 dargestellt ist, begrenzten drucksensitiven Bereich ist die mittlere Klebefolie ausgespart und dient somit als Abstandhalter (Spacer) 9, der im unbelasteten Zustand die Leiterbahnen und Stichleitung 11 von der darunter liegenden Halbleiterpolymerschicht 12 trennt.

Bei dem mit Kraft beaufschlagten Sensorelement in Fig. 4b wird eine Unterbrechung in einer innerhalb des drucksensitiven Bereiches verlaufenden Leitung wie der Stichleitung 11 durch die Halbleiterpolymerschicht 12 mit deren spezifischem Widerstand kraftabhängig überbrückt. Diese Überbrückung ist durch den Widerstand 13 symbolisch dargestellt. Damit bleibt die unterbrochene Leitung weitgehend funktionsfähig, weil im belasteten Zustand ein fehlendes Leitungsstück durch den Widerstand ersetzt wird. Das Sensorelement ist um so weniger beeinträchtigt, je kürzer die Unterbrechung in der Leitung ist.

Einschränkend gilt jedoch, daß der dargestellte Überbrückungseffekt in der Nähe des Abstandhalters 9 und damit der Kontur 2 nicht eintritt, wie aus Fig. 4b deutlich wird. Innerhalb eines Randbereiches a kann, bedingt durch den endlichen Durchbiegeradius, keine Kontaktierung der unterbrochenen Leitung mit der Halbleiterpolymerschicht erfolgen. Damit kommt es bei einer solchen Unterbrechung zu einem Totalausfall der betroffenen Stichleitung und zu einer empfindlichen Störung des Sensorelementes.

Es empfiehlt sich daher, die Aussparung in der zwischenliegenden Klebefolie so zu gestalten, daß die Kontur 2 der Aussparung die Kammstrukturen in einem solchen Abstand umschließt, daß die Leiterbahnabschnitte der Kontaktfinger bei Druckbelastung vollständig mit dem Halbleiterpolymer 12 in Berührung kommen.

Dies ist jedoch nicht immer möglich. Insbesondere bei vergleichsweise großflächigen Sensorelementen muß die Ausparung in der Klebefolie, welche die Kontur 2 bildet, möglichst klein sein, um ein Durchhängen der oberen Trägerfolie 8 zu vermeiden. Für diese Fälle ist die Verwendung eines erfindungsgemäßen Foliendrucksensors empfohlen, bei dem mittels der als Leiterbahnschleifen ausgebildete Kontaktfinger eine Unterbrechung im Randbereich a bei einer Durchgangsmessung erfaßt werden kann.

Bisher wurde der Überbrückungseffekt nur im Zusammenhang mit einer Leitungsunterbrechung erwähnt. Er tritt jedoch auch dann ein, wenn umgekehrt die Halbleiterpolymerschicht punktuell defekt während die Leiterbahn intakt ist. Für diesen Fall gelten die dargelegten Angaben und Erläuterungen entsprechend.

#### Patentansprüche

1. Überprüfbarer Foliendrucksensor aufgebaut aus zwei zusammenlaminierten Trägerfolien aus thermoplastischem Kunststoff, wobei die erste Trägerfolie mit einem Halbleiterpolymer und die zweite Trägerfolie mit zwei benachbarten, jeweils an beiden Enden kontaktierbaren Leiterbahnen beschichtet ist, die innerhalb räumlich abgegrenzter, Sensorelemente bildende Bereiche berührungslos ineinander greifende Kammstrukturen aufweisen, **dadurch gekennzeichnet**, daß innerhalb eines Sensorelementes (1, 1') mindestens einer der Kontaktfinger der beiden Kammstrukturen durch eine Leiterbahnschlinge (5, 5') und mindestens ein anderer Kontaktfinger durch eine von einer Leiterbahn abzweigenden Stichleitung (6, 6', 8) gebildet ist.
2. Überprüfbarer Foliendrucksensor nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß die äußeren Kontaktfinger eines Sensorelementes (1) durch Leiterbahnschlingen (5, 5') gebildet sind.
3. Überprüfbarer Foliendrucksensor nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Stichleitungen (8) von den Leiterbahnschlinge (5, 5') abzweigen.
4. Überprüfbarer Foliendrucksensor nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß jeweils ein als Leiterbahnschlinge (5, 5') ausgebildeter Kontaktfinger der einen Leiterbahn (3) neben einem als Stichleitung (6, 6') ausgebildeten Kontaktfinger der anderen Leiterbahn (4) angeordnet ist.
5. Überprüfbarer Foliendrucksensor nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, daß die beiden Trägerfolien (8, 10) mittels einer zwischenliegenden Klebefolie zusammenlaminiert sind, welche im Bereich des Sensorelementes ausgespart ist, wobei die Kontur 2 der Aussparung die Kammstrukturen in einem solchen Abstand umschließt, daß die Leiterbahnabschnitte der Kontaktfinger (5, 5', 6, 6', 8) bei Druckbelastung vollständig mit dem Halbleiterpolymer 12 in Berührung kommen.
6. Überprüfbarer Foliendrucksensor nach einem der voranstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, daß er bei sicherheitskritischen Anwendung wie zur Sitzbelegungserkennung in Kraftfahrzeugen eingesetzt ist.

Fig. 1

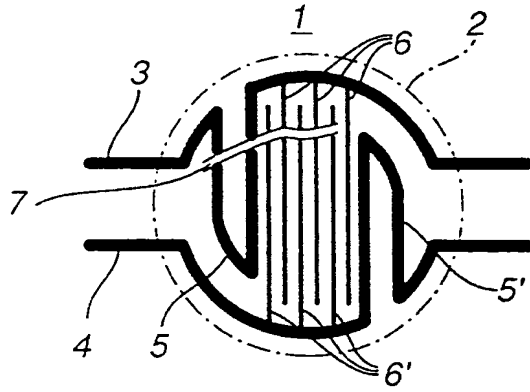


Fig. 2a

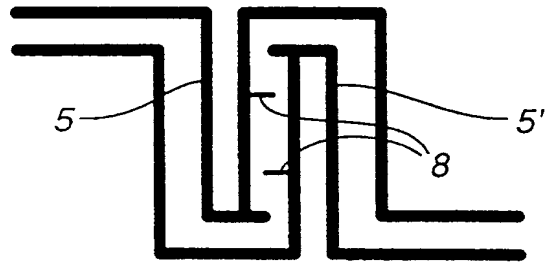


Fig. 2b

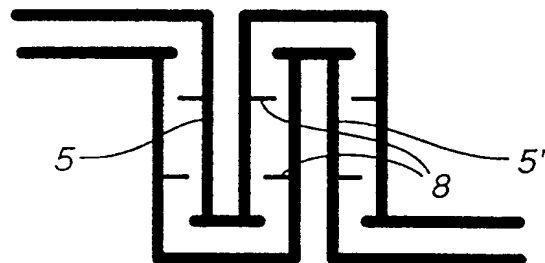
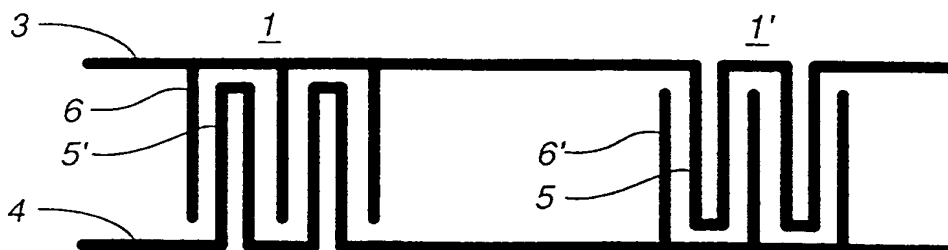
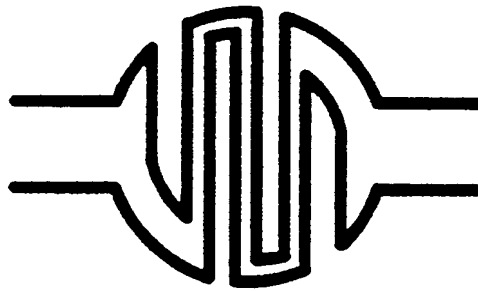


Fig. 2c



*Fig. 3a* (Stand der Technik)



*Fig. 3b* (Stand der Technik)

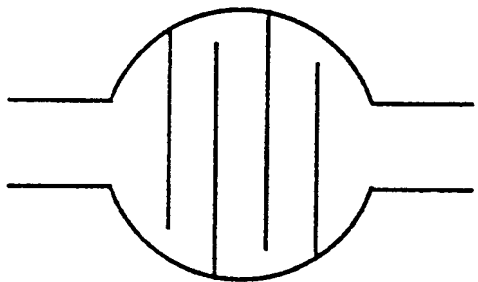


Fig. 4a

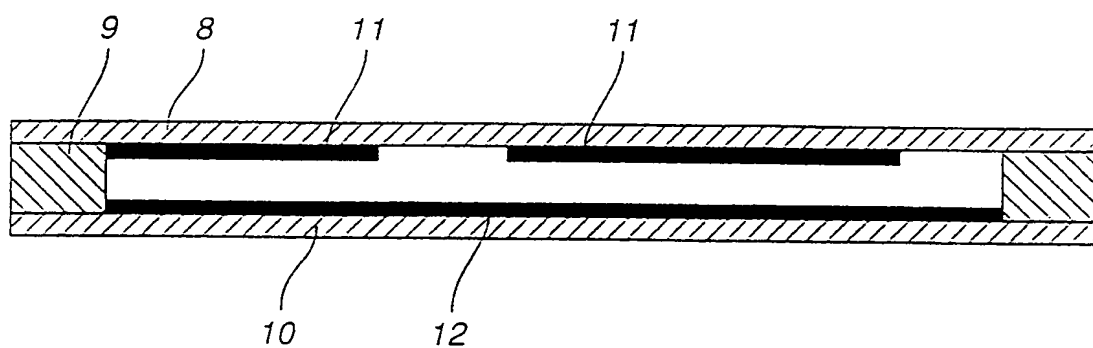
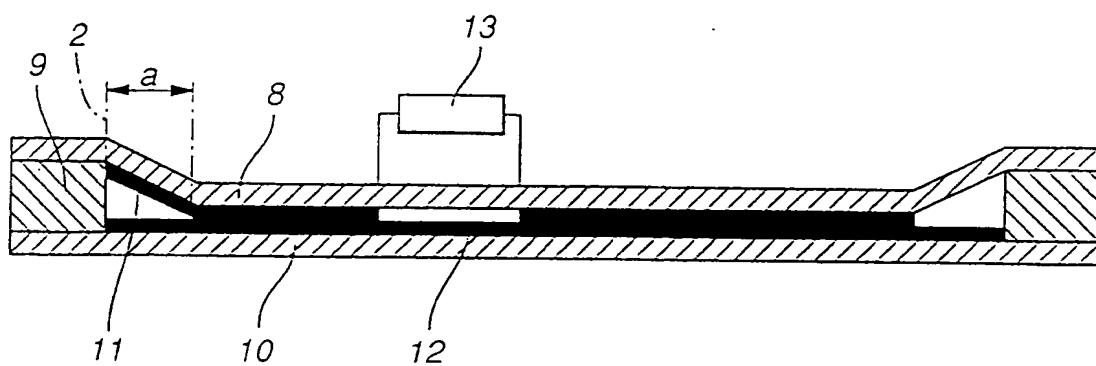


Fig. 4b



**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



## Verifiable sheet pressure sensor

**Publication number:** EP0758741

**Publication date:** 1997-02-19

**Inventor:** PETRI VOLKER DIPL ING (DE); MICKELER REINHOLD DIPL ING (DE); MEYER MICHAEL DIPL ING (DE); SERBAN BOGDAN (LU); WITTE MICHEL (LU)

**Applicant:** DAIMLER BENZ AG (DE); IEE SARL (LU)

**Classification:**

- international: **G01L1/20; G01L1/20; (IPC1-7): G01L1/22**

- european: **G01L1/20**

**Application number:** EP19960110993 19960709

**Priority number(s):** DE19951030092 19950816

**Also published as:**

JP9119874 (A)  
EP0758741 (A3)  
DE19530092 (A)  
EP0758741 (B1)

**Cited documents:**

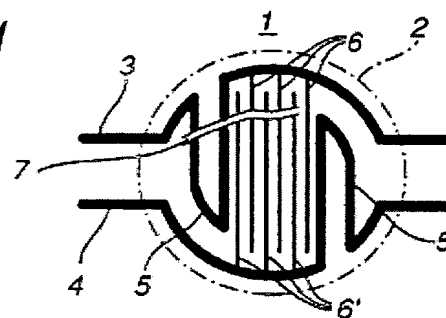
US5010774  
DE2911133  
US5357108  
GB2222258  
JP1289178  
more >>

**Report a data error he**

### Abstract of EP0758741

The sensor is made from two thermoplastic carrier foils which are laminated together. The first carrier foil is coated with a semiconducting polymer and the second with two adjacent conducting tracks forming contactless mutually engaging comb structures within spatially limited regions forming sensor elements (1). Within one sensor element at least one of the contact fingers of the two comb structures is formed by a conducting track loop (5,5') and at least one other contact finger is formed by a branch conductor (6,6') from a conducting track.

*Fig. 1*



Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide

THIS PAGE BLANK (USPTO)

Docket # 2003P18854

Applic. # \_\_\_\_\_

Applicant: P. Karges, et al.

Lerner Greenberg Steiner LLP  
Post Office Box 2480  
Hollywood, FL 33022-2480  
Tel: (954) 925-1100 Fax: (954) 925-1101